

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Implementace metody SMED při týdenní údržbě pájecích zařízení a
optimalizace pracoviště ve smyslu štíhlé výroby

Implementation of the Method SMED for Weekly Maintenance
Soldering Equipment and Optimization of Workplaces in Terms of
Lean Manufacturing

Student:

Hana Frňková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava 2013

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Hana Frňková**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 10 Technologický management

Téma: Implementace metody SMED při týdenní údržbě pájecích zařízení a optimalizace pracoviště ve smyslu štíhlé výroby
Implementation of the Method SMED for Weekly Maintenance Soldering Equipment and Optimization of Workplaces in Terms of Lean Manufacturing

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika zadané problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Specifikace problémů.
4. Návrh řešení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

MAŠÍN, I., VYTILAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8

HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.

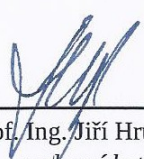
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**

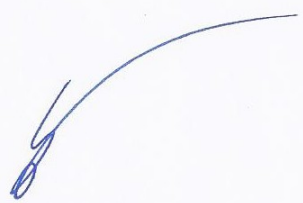
Konzultant diplomové práce: Ing. Jiří Maňas

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě20.5.2013.....

.....Hana Fuňková.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo,
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12, odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB –TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20.5.2013

Hana Frňková

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Hana Frňková

Adresa trvalého pobytu autora práce: Na Drahách 1415, Rožnov pod Radhoštěm, 756 61

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

FRŇKOVÁ, H. *Implementace metody SMED při týdenní údržbě pájecích zařízení a optimalizace pracoviště ve smyslu štíhlé výroby: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 58 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá redukcí času týdenní údržby pájecí linky WAV 009 a optimalizací pracoviště osazování desek plošných spojů a jejich konečného testování. V teoretické části je popsána metoda rychlých změn, její využití a pojmy z oblasti štíhlé výroby. V další části je charakterizován proces pájení vlnou a proveden podrobný rozbor činností údržby. Na základě snímkování jsou specifikovány problémy v údržbě. Návrhy řešení obsahují zavedení metody SMED, pomocí které bylo dosaženo zkrácení údržby o dvě hodiny a rychlejšího uvedení zařízení do provozu. Hlavními prvky optimalizace pracoviště je úspora jednoho operátora a dispozice nové výrobní buňky.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

FRŇKOVÁ, H. *Implementation of the Method SMED for Weekly Maintenance Soldering Equipment and Optimization of Workplaces in Terms of Lean Manufacturing: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2013, 58 p. Thesis head: Schindlerová, V.

This thesis deals with the time reduction of weekly maintenance soldering lines WAV 009 and workplace optimizing of printed circuit board assembly and final testing. The theoretical part describes the method of rapid changes, its usage and concepts from lean manufacturing. In the next part is characterized the process of wave soldering and made a detailed analysis of the maintenance activities. On the bases of surveys are specified problems in maintenance. Proposed solutions include the introduction of SMED method, which goes to shortening of the maintenance by two hours and faster commissioning. The main elements of the workplace optimization are saving of one operator and layout of new production cell.

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
1 Obecná charakteristika zadané problematiky	10
1.1 Štíhlá výroba - Lean Manufacturing	10
1.2 TPM - Total Productive Maintenance	10
1.2.1 Celková efektivnost zařízení - CEZ	11
1.3 Štíhlé pracoviště	12
1.4 Tok jednoho kusu - One piece flow	13
1.5 Výrobní buňky	13
1.5.1 Takt time	14
1.6 Metoda rychlých změn – SMED	14
1.6.1 Základní kroky metody SMED	15
1.6.2 Zásady při rychlých změnách	16
1.6.3 Prostředky pro minimalizaci časů na seřízení stroje	17
1.6.4 Desatero pro rychlé změny	17
1.6.5 Postup implementace	17
1.6.6 Přínosy metody rychlých změn	18
1.6.7 Rizika a omezení	18
2 Analýza současného stavu	19
2.1 Představení společnosti Continental	19
2.1.1 Historie Continental Corporation	19
2.1.2 Společnost Continental celosvětově	20
2.1.3 Společnost Continental v České republice	20
2.1.4 Struktura firmy	21
2.2 Úvod do problematiky pájení vlnou	23
2.3 Charakteristika současného provádění týdenní údržby pájecí vlny	24
2.3.1 Části vlny z hlediska údržby	25
2.3.2 Charakteristika jednotlivých fází vykonávání údržby	28
2.4 Rozbor činností pomocí snímku pracovního dne	31

2.5 Analýza současného stavu osazování a testování DPS	33
3 Specifikace problémů při údržbě	37
4 Návrhy řešení.....	39
4.1 Implementace metody SMED na údržbu pájecí vlny WAV 009.....	39
4.1.1 Separace interních a externích činností	39
4.1.2 Přeměna interních činností na externí činnosti	40
4.1.3 Zlepšování a redukce interních a externích časů.....	42
4.2 Návrh buňky a její optimalizace	45
5 Celkové zhodnocení přínosu práce	49
5.1 Zhodnocení výsledků metody SMED	49
5.2 Zhodnocení výsledků optimalizace pracoviště.....	50
Závěr	52
Seznam použité literatury a zdrojů	54
Seznam obrázků	56
Seznam tabulek	57
Seznam příloh.....	58

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Znění zkratky
CEZ	Celková efektivnost zařízení
DPS	Desky plošných spojů
FIFO	First in first out
FT	Final test - konečná zkouška
ICT	In circuit test - testování funkčnosti součástek
OEE	Overall equipment effectiveness
SMED	Single minute exchange of die – rychlá změna
THT	Through hole technology
TPM	Total productive maintenance
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným

Úvod

V dnešní době, díky zrychlujícímu se tempu výrobních procesů, vysokému nároku zákazníků a vzrůstající konkurenci, je management společnosti vystaven různým problémům. Jedním z hledisek, na které se musí zaměřit a zlepšovat ho, je spotřeba času konkrétních činností. Čas se stal významnou veličinou, pomocí které mohou firmy pozitivně ovlivňovat produktivitu a snižovat náklady.

Téma zaměřené na provádění údržbové činnosti pájecí vlny WAV 009 vzniklo na základě požadavku firmy z úseku průmyslového inženýrství. Hlavním důvodem je nevyhovující spotřeba času samotné údržby. Cílem práce je tedy za pomoci moderních přístupů a metod průmyslového inženýrství zkrátit pracovní čas a činnosti údržby urychlit.

Proces údržby se vykonává pravidelně a patří mezi nevyhnutelné činnosti. To je dáno typem zařízení, ve kterém dochází ke značnému znečištění součástí a dílů vlivem použité technologie. Činnosti údržby nemůžeme sice úplně odstranit, ale lze je upravit a částečně redukovat. Důležitou součástí redukce času je důkladná analýza současného stavu vykonávání činností. Obvyklý proces týdenní údržby se může jevit jako bezproblémový a dobře fungující. Ale detailní rozbor u něj může odhalit znatelné projevy neefektivity.

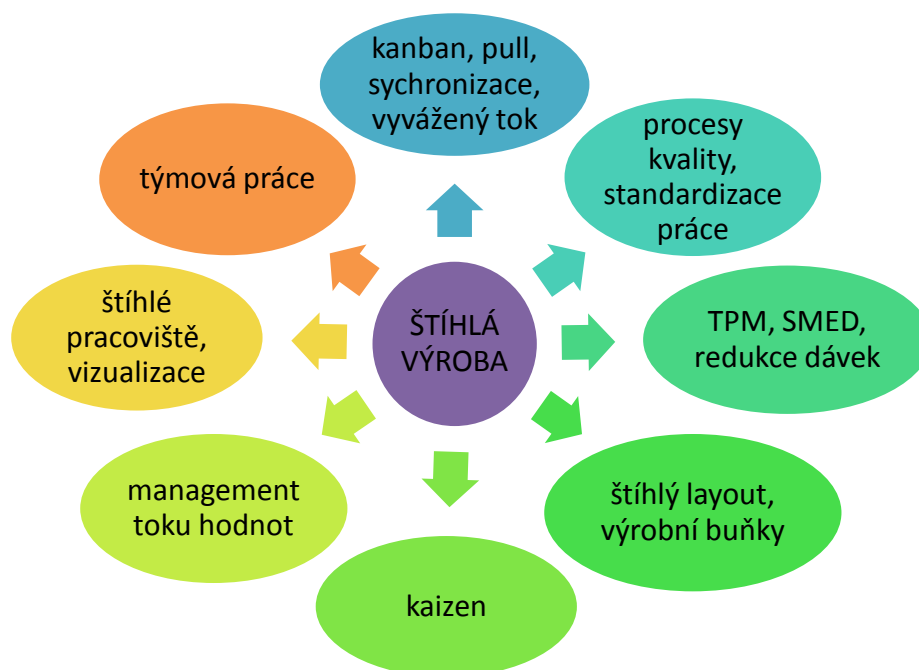
V rámci diplomové praxe mi bylo umožněno pohybovat se v pracovním prostředí, tam kde se nachází dané pájecí zařízení i mimo něj, sledovat pracovníky při vykonávání jednotlivých úkolů a získávat cenné informace, které mi pomáhaly při zpracování tématu a implementování metody SMED. Cílem je vytvoření jízdních řádů jednotlivých činností údržbářů, které budou sloužit jako předloha pro pracovníky a jejichž dodržování bude nutné pro zajištění zamýšleného efektu z hlediska času a organizace práce.

Dále se v diplomové práci budu věnovat optimalizaci pracoviště, která se skládá z částí osazování desek plošných spojů a jejich finální kontroly. Zlepšování hodlám realizovat ve smyslu spojení jednotlivých pracovišť v jedno, a vytvořit tak novou výrobní buňku s jednokusovým tokem materiálu. Výrobní proces se díky tomu stane přehlednější, jednodušší a plynulejší, neboť dojde k odstranění přebytné manipulace s materiálem.

1 Obecná charakteristika zadané problematiky

1.1 Štíhlá výroba - Lean Manufacturing

Lean manufacturing nebo také lean production je výrobní koncepce, která se zaměřuje na odstranění plýtvání v jakékoli oblasti výroby. A to způsobem pohotovým, zároveň však hospodárným, který zohledňuje zákaznické požadavky. Základem štíhlé výroby je méně vázaných zdrojů ve výrobě. Zeštíhlení se vztahuje ke snížení počtu pracovníků, snížení zásob materiálu, výrobní plochy a prostoru, zkrácení průběžné doby výroby atd. Zavádění prvků a nástrojů štíhlé výroby, vyžaduje nový přístup i myšlení všech pracovníků výrobního systému. Štíhlá výroba je významný směr z hlediska řízení výrobních procesů, který umožňuje zvýšení ziskovosti a konkurenceschopnosti podniku. [6, 8]



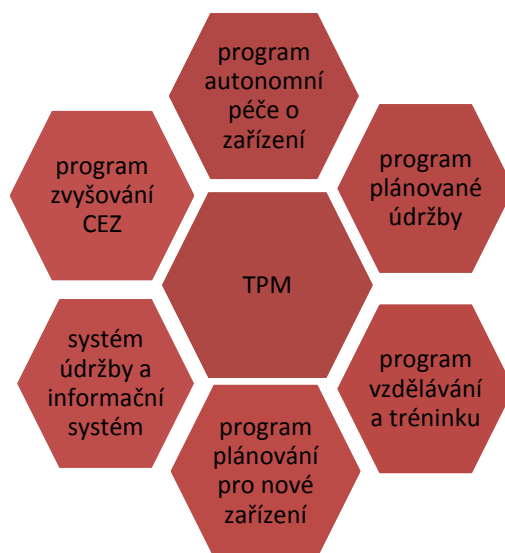
Obrázek 1 – Prvky štíhlé výroby [1]

1.2 TPM - Total Productive Maintenance

Totálně produktivní údržba je element štíhlé výroby, který obvykle využívá i metodu rychlých změn SMED. Hlavním cílem TPM je zvyšovat produktivitu zařízení pomocí systematické redukce veškerého času, který ubírá danému stroji kapacitu - výroba zmetků, poruchy, přestavování zařízení, práce za snížené rychlosti atd. TPM se zaměřuje

na zapojení všech pracovníků na dílně do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů, zmetků a nehod. TPM je základem dobré spolupráce pracovníků výroby a pracovníků údržby. [1]

Základní prvky TPM:



Obrázek 2 – Základní prvky TPM [1]

1.2.1 Celková efektivnost zařízení - CEZ

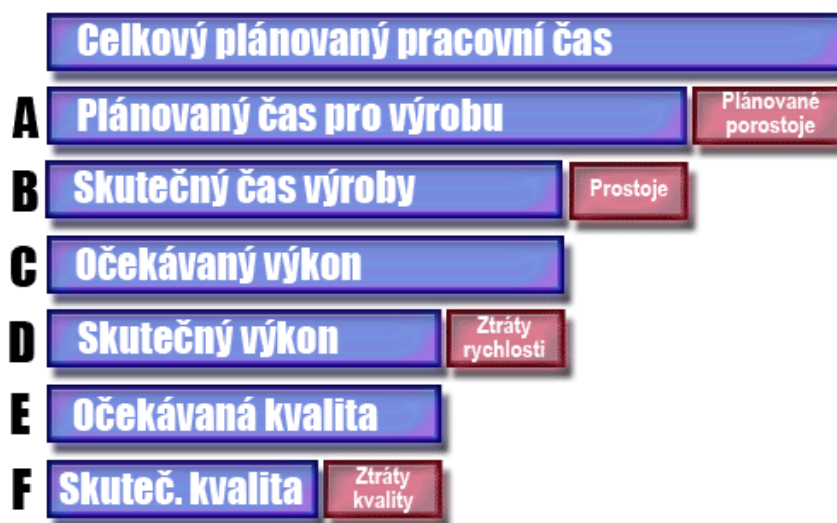
CEZ neboli také OEE (Overall Equipment Effectiveness) je ukazatel pro správné využívání strojního zařízení. Pomocí něho zjišťujeme jednak míru využití stroje v daném podniku z hlediska provozních a ztrátových časů, a také nám ukazuje jak dosahovat zvětšení kapacitního výkonu a to i s ohledem na kvalitu výroby.

CEZ se vypočítá jako součin parametrů dostupnosti, výkonu a kvality:

1) Dostupnost stroje – nám ukazuje, kolik procent z plánované pracovní doby je daný stroj skutečně v provozu. Vznikají zde prostoje, jako jsou plánované i neplánované opravy, údržba, přestávky, čas nutný pro seřizování, nedostatek materiálu, pracovníků atd.

2) Výkon stroje – je ovlivněn ztrátami rychlosti. Jedná se hlavně o rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje, při které jsou vyráběny výrobky a rychlostí plánovanou. Další ztrátou jsou odchylky a přerušení způsobující to, že stroj neběží po celou dobu stále stejnou rychlostí.

3) Kvalita vyprodukovaných výrobků. Z hlediska využití stroje je potřeba si uvědomit, že pokud nevyrobíme hned napoprvé kvalitní výrobek, čas, který jsme měli k dispozici pro jeho výrobu, jsme nadobro ztratili. [10]



Obrázek 3 – Charakteristika CEZ [9]

1.3 Štíhlé pracoviště

Štíhlé pracoviště (Lean Layout) popisujeme jako „optimální, přímočaré, hubené“ ve smyslu materiálových toků, pohybů pracovníků, plochy, velikosti zásob apod.

Základní pravidla štíhlého pracoviště jsou:

- Využití vizuálního řízení k bezprostřednímu odhalení problému.
- Využití principu tahu.
- Zajištění flexibility z hlediska snadného přizpůsobení se změnám taktu.
- Sklady v místě spotřeby.
- Zmenšení přepravní vzdálenosti mezi operacemi.
- Odesílání výrobků k zákazníkům rovnou od montážních linek.
- Přímocharé dopravní cesty.
- Odstranění dvojí manipulace.
- Vizuální kontrola rozpracované výroby.
- Zajištění principu FIFO. [3]

Zásady tvorby layoutu:

- Výstup jedné operace je vstupem druhé.
- Těsné uspořádání strojů, úzké stroje a zařízení.
- Počáteční a koncový bod operátora jsou blízko u sebe.
- Vyvážený materiálový tok s jednoduchou manipulací na další operaci.
- Maximální využití gravitace při manipulaci mezi operacemi.
- Náradí pomůcky a dodavatelé umístění co nejbližší.
- Žádné překážky v pohybu operátora – přepravky, skříňky. [1]

1.4 Tok jednoho kusu - One piece flow

Při jednokusovém toku prochází výrobek jednotlivými operacemi procesu bez přerušování a čekání. V daném časovém momentě je tedy vyráběn na příslušné operaci pouze jeden výrobek, který je bezprostředně předán na následující operaci. [11]

Přínosy jednokusového toku:

- ✓ Zabezpečení jakosti – rychlé zjištění a napravení problému.
- ✓ Vytváření reálné flexibility – rychlé přizpůsobení se poptávce zákazníků.
- ✓ Zajištění vyšší produktivity – propočet objemu práce a rytmu výroby.
- ✓ Úspora podlahového prostoru – rozpracovaná výroba zabírá jen málo místa.
- ✓ Zvyšování bezpečnosti – menší dávky materiálu přirozeně zvýší bezpečnost.
- ✓ Zlepšení morálky – více činností přidávajících hodnotu je hned ve výsledku vidět a přináší dobrý pocit dobře vykonané práce.
- ✓ Snižování nákladů vázaných v zásobách – uvolněný kapitál ze zásob rozpracované výroby je možné investovat do něčeho jiného. [7]

1.5 Výrobní buňky

V podniku světové třídy musí být plynule odstraňovány všechny druhy plýtvání, zejména nadbytečná produkce. Jednou z podmínek vedoucích k eliminaci nadprodukce je projektování a vytváření multiprofesních výrobních buněk. Existují tři základní typy buněk, výrobní pro výrobu součástí, montážní a procesní. [2]

Nejčastěji se používá buňkové uspořádání strojů do tvaru „U“. Pracovníci tak mohou pracovat v těsné blízkosti, což umožňuje snadnou manipulaci s materiálem z jednoho místa

na druhé. Cílem výroby v buňkách je nacházet a využívat všechny příležitosti vedoucí ke zlepšení. Z důvodu změny požadavků na výrobu, musí být možné změnit uspořádání zařízení. Stroje by neměly být ukotveny do podlahy, aby bylo možné využívat jejich mobilitu. [4]

Postup návrhu optimální výrobní buňky:

1. Výběr stěžejního výrobku.
2. Výpočet zákaznického taktu.
3. Seznámení se s montážním postupem výrobků.
4. Zjištění spotřeby času jednotlivých pracovních činností.
5. Určení kapacity linky.
6. Výpočet potřebného počtu operátorů a balancování.
7. Určení tvaru výrobní linky.
8. Určení místa pro přípravky, nástroje a materiál na lince.
9. Standardizace postupu práce.
10. Vizualizace a shopfloor management. [12]

1.5.1 Takt time

Čas taktu je tempo, kterým zákazník odeberá daný výrobek. Přesně určuje, jak rychle by měl daný proces probíhat, aby došlo ke splnění požadavků zákazníka. Cílem je, aby se čas taktu rovnal času cyklu. Čas cyklu je čas jednoho opakování skupiny operací. Čas taktu se vypočítá se jako podíl čistého dostupného pracovního času za den a celkového denního požadavku zákazníka. [13]

1.6 Metoda rychlých změn – SMED

Metoda SMED pochází z Japonska, kde ji vyvinul, testoval a vylepšoval výrazný představitel průmyslového inženýrství Shingeo Shingo. Jedná se o rychlé změny při seřizování stroje, jinak řečeno jde o přestavbu pracoviště mezi výrobou dvou po sobě následujících rozdílných typů výrobků. Zkratka SMED znamená Single Minute Exchange of Die, pod čímž si lze přestavit každou změnu vykonanou za méně než 10 minut.

Podstatou metody SMED je minimalizace přechodových časů. Přechodový čas lze charakterizovat jako dobu od ukončení výroby posledního kvalitního kusu z první dávky po výrobu prvního dobrého kusu nové dávky. [1, 6]



Obrázek 4 – Definice pojmu seřízení [14]

Čas spotřebovaný seřizováním při změnách nepřidává výrobku žádnou hodnotu. Z tohoto důvodu musíme chápat ztracený čas výměny výrobků při přestavbách jako plýtvání. Je proto důležité se na tyto činnosti zaměřit a snažit se o jejich redukci. [3]

Plýtvání lze rozdělit do čtyř skupin:

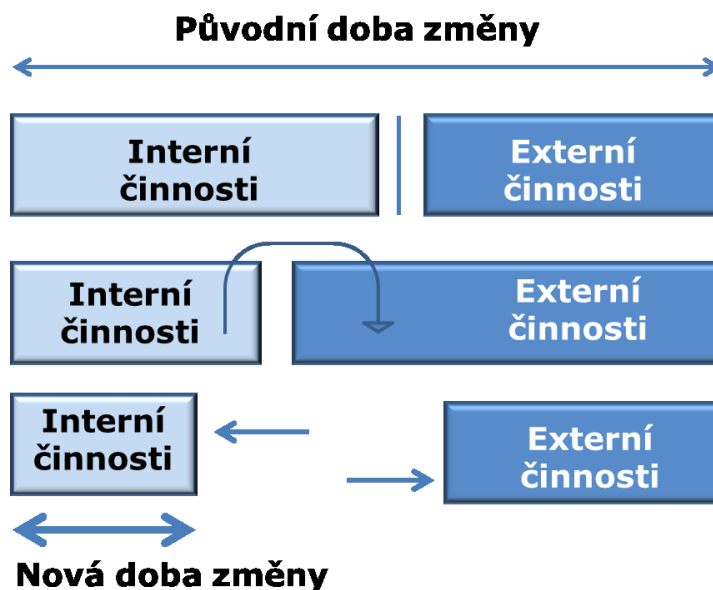
- Plýtvání při přípravě na změnu – zde patří např. hledání pomůcek, nástrojů a dalších věcí potřebných ke změně, příprava prostoru potřebného pro změnu dále manipulace s nástroji, s hotovými výrobky, s materiálem atd.
- Plýtvání při montáži, demontáži – jedná se o montáž a demontáž dopravníků, skluzů, zbytečná chůze pro nářadí, povolování a utahování šroubů, menší opravy nástrojů, dílů, čekání atd.
- Plýtvání při seřizování a testování – zahrnuje veškeré pohyby potřebné k seřízení, jako je třeba vkládání nástrojů zhruba podle oka, nastavování pracovních výšek, vylad'ování nepřesností.
- Plýtvání při čekání na začátek výroby – seřízený stroj je v nečinnosti kvůli čekání na zahájení výroby. [6]

Seřízení stroje nemusí být jen výrobní záležitostí, může taktéž charakterizovat všechny činnosti spojené s přípravou realizace určitého procesu, jako je např. technická příprava materiálu, objednání materiálu, zpracování objednávky apod.

1.6.1 Základní kroky metody SMED

- 1. krok** Oddělit činnosti, které musí být vykonané nezbytně, když je zařízení vypnuté – tzv. interní seřízení, od činností, které se mohou vykonat, když je zařízení v provozu – tzv. externí seřízení.

- 2. krok** Provedení redukce interního času seřízení do té míry, aby se práce vykonávala hlavně v externím čase – příprava pracoviště, předem provedené nastavení polohy a rozměrů, pomocný pracovník, zjednodušení upevňování atd.
- 3. krok** Pokračování ve zlepšování a redukci interního a externího času. Organizace pracoviště a dalších činností na dílně je klíčem k řešení tohoto problému. Omezení doby nastavení rozměrů a polohy zabírající při přetypování značný čas. Průběžné odstraňování různých forem plýtvání při seřizování. [1]



Obrázek 5 – Postup rychlých změn [14]

Nástroje průmyslového inženýrství, které se využívají v rámci řešení problému rychlých změn, jsou např.:

časové studie,
 pohybové studie,
 videozáznam,
 jízdní řád. [3]

1.6.2 Zásady při rychlých změnách

- Standardizace činností externího seřízení.
- Standardizace strojů, zařízení.
- Používání rychlých upínačů.
- Utvoření více profesních týmů na řešení změn při seřizování.
- Automatizace procesu seřízení.

1.6.3 Prostředky pro minimalizaci časů na seřízení stroje

- Zajištění objektů pomocí metody jednoho pohybu – rychloupínače, kolíky, magnety, pružiny.
- Princip nejmenšího společného násobku – dorazy.
- Upnutí na jednu otáčku.
- Provádění paralelních operací současně více pracovníky. [1]

1.6.4 Desatero pro rychlé změny

1. Přetypování znamená plýtvání.
2. Nepoužívejme výrazy jako „to nejde“, „je to nemožné“.
3. Zkrácení času na přetypování je týmová práce, tým je potřeba odměnit.
4. Je potřeba podrobně sledovat proces přímo na pracovišti, zaznamenat průběh videozáznamem.
5. Postup seřízení musí být standardizovaný.
6. Pomůcky a nástroje musí být nachystané předem.
7. Při výměně se pohybují hlavně ruce, ne nohy.
8. Šrouby jsou nežádoucí, otočení každého závitu stojí čas.
9. Nastavování polohy „podle oka“ je nutno nahradit dorazy, značkami, stupnicemi.
10. Důležité jsou měřené tréninky seřizování. [5]

1.6.5 Postup implementace

- Oznámení o začátku programu managementem.
- Seminář o rychlých změnách, vysvětlení významu a postupu.
- Podpora vrcholového vedení a sestavení týmu pro rychlé změny.
- Pozorování průběhu přetypování, videozáznamy, analýza procesů seřízení.
- Definování plýtvání při seřízení stroje.
- Definování opatření pro odstranění plýtvání.
- Příprava opatření s účastí širokého okruhu pracovníků.
- Realizace nápravy, zlepšení.
- Zhodnocení dosažených výsledků, jejich prezentace, standardizace a pravidelná kontrola plnění dosažených časů. [1, 5]

1.6.6 Přínosy metody rychlých změn

- ✓ Výrazné zkrácení časů na seřízení.
- ✓ Vylepšení výrobního procesu skrz lepší organizaci, pořádek, komunikaci atd.
- ✓ Odstranění ztrát kapacity stroje.
- ✓ Minimalizace množství chyb při seřizování.
- ✓ Zkrácení průběžné doby výroby.
- ✓ Větší bezpečnost práce. [1]

1.6.7 Rizika a omezení

- × Špatně zvolený proces – zřídka kdy vykonávané operace, stroje bez úzkého místa.
- × Příliš malé cíle – např. redukce času ze 130 minut na 126 minut.
- × Zařízení s technickými limity, které nelze překonat, rozsáhlá technická změna zařízení je řešením pro další redukci času.
- × Finanční náročnost.
- × Bez zapojení lidí z daného procesu do zkracování časů, je přijetí navrhovaných změn v každodenní praxi minimální. [1]

2 Analýza současného stavu

Tato část diplomové práce se bude věnovat seznámení se společností Continental, její historií, působením u nás i ve světě a výrobním sortimentem. Pro lepší pochopení problému zde popíšeme technologii pájení vlnou. Provedeme rozbor pájecího zařízení a charakterizujeme jeho jednotlivé části vzhledem k náročnosti na údržbu. V neposlední řadě analyzujeme potřebné údržbové činnosti.

2.1 Představení společnosti Continental

2.1.1 Historie Continental Corporation

- Společnost byla založena v roce 1871 v Hannoveru.
- První výrobky jako tlumiče pro podkovy nebo celopryžové obruče vedly ke vzniku obchodní značky s logem vzepjatého koně v roce 1882.
- Začátkem úspěšné historie pneumatik Continental v roce 1892, byla výroba pneumatik pro jízdní kola, které společnost vyráběla v Německu jako jediná.
- Společnost Continental vyvinula a začala v roce 1921 prodávat prvotní velké pneumatiky vyztužené kordovou kostrou nahrazující plnopryžová kola.
- V roce 1924 tyto pneumatiky vylepšila a v podobě produktu „Conti-Cord“ představila nízkotlakou balonovou pneumatiku pro delší životnost pneumatik a lepší komfort z jízdy.
- Kolem roku 1930 se společnost Continental řadila mezi přední výrobce pneumatik pro užitková vozidla a její podíl na trhu v Německu dosahoval 91 procent.
- V roce 1943 podala společnost Continental žádost o udělení patentu na bezdušové pneumatiky.
- V roce 1955 byla uvedena do prodeje první zimní pneumatika pro nákladní vozidla, což v tomto směru posunulo společnost na trhu do popředí.
- Od roku 1978 poskytuje společnost svým zákazníkům též různé služby týkající se pneumatik.
- V 70. a 80. letech 20. století začala společnost Continental intenzivně působit v celosvětovém měřítku. Společnost postupně převzala provozy Uniroyal, Semperit, General Tire. A naposledy také Siemens VDO Automotive AG, čímž se

dostala mezi elitu světových dodavatelů automobilového průmyslu a zároveň upevnila svoji pozici na trzích v Evropě, Americe a Asii.

- V roce 1995 je založena divize automobilových systémů za účelem posílení systémového podnikání v automobilovém průmyslu. [15]

2.1.2 Společnost Continental celosvětově

V současné době patří společnost Continental mezi pět největších dodavatelů automobilového průmyslu na světě a v Evropě se řadí na druhé místo. Společnost zaměstnává více než 150 000 zaměstnanců ve 36 zemích světa, její roční obrat za rok 2012 přesáhl 30 miliard €.

Rozsáhlá oblast výrobků, které firma produkuje, zahrnuje dvě klíčové odvětví, a to výrobu pneumatik a výrobu komponent pro automobily, které se dále člení se do pěti hlavních divizí. V jednotlivých divizích se vyrábí komponenty pro podvozek, elektronické a hydraulické brzdové systémy, bezpečnostní systémy, senzory, pohonné jednotky, převodovky, přístrojové vybavení a elektronika, zařízení pro přenos informací a zábavu, technické elastomery, a v neposlední řadě pneumatiky pro osobní, nákladní vozidla, motocykly a bicykly. [16]



Obrázek 6 – Obchodní značka a logo společnosti [16]

2.1.3 Společnost Continental v České republice

V České republice se nachází šest závodů konkrétně v Brandýse nad Labem, Jičíně, Trutnově, Adršpachu, Otrokovicích, Frenštátě pod Radhoštěm, kde pracuje cca 12 000 zaměstnanců. Vyrábí se zde palivové dopravní jednotky, ovládací panely klimatizací, palubní přístroje, navigační systémy, rádia, brzdové válce a posilovače brzd, ventilace a klimatizace, elektronické řídicí systémy, senzory, trysky, čerpadla a pumpy, ventily, hadicové systémy, pláště pneumatik pro osobní a nákladní automobily a pro autobusy, motory pro topení a další.

Sídlo společnosti Continental Automotive Systems Czech Republic, s.r.o. se nachází ve Frenštátě pod Radhoštěm a má přibližně 2200 zaměstnanců. Závod byl založen v roce 1995 a nejdříve spadl pod firmu Siemens Elektromotory. Postupně byly postaveny a otevřeny nové výrobní haly a od roku 1999 rozšířila firma Siemens svoji působnost a vedle elektromotorů začala vyrábět další komponenty pro automobilový průmysl. Z tohoto důvodu vznikla společnost pod názvem Siemens automobilové systémy s.r.o., jejímž úplným vlastníkem byla společnost Siemens AG Mnichov, řízená Siemensem VDO Automotive AG se sídlem v Regensburgu v Německu. V roce 2003 byla společnost organizačně rozčleněna do třech odborů. V prosinci roku 2007 odkoupila společnost Continental Corporation ve Frenštátě firmu Siemens VDO. Od roku 2008 vystupuje společnost pod názvem Continental Automotive Systems Czech Republic, s.r.o. Zákazníky společnosti jsou hlavně světové automobilky, viz obrázek 7. [16]

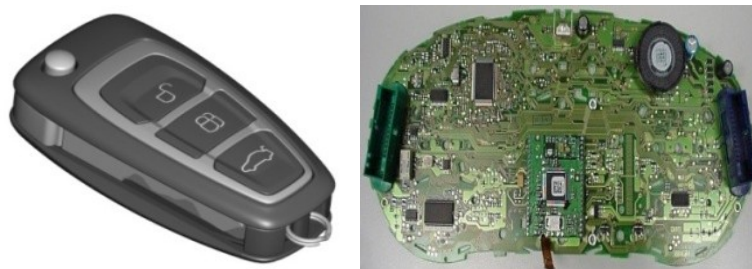


Obrázek 7 – Zákazníci společnosti Continental [16]

2.1.4 Struktura firmy

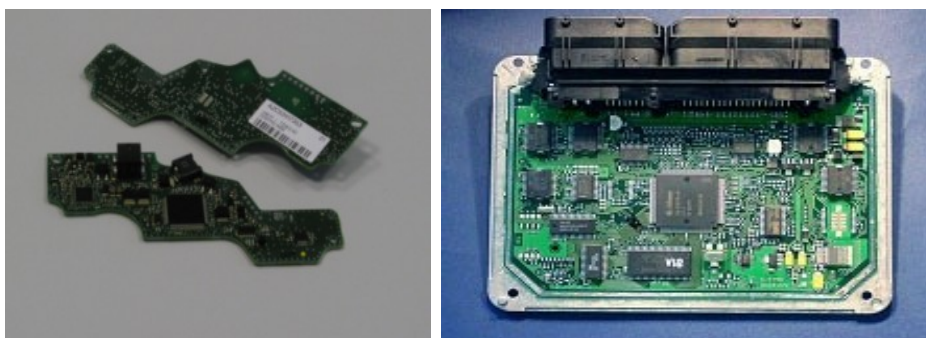
Závod je organizačně rozčleněn do třech divizí hlavních tzv. Focus Factory 1, Focus Factory 2 a Focus Factory SN. A má i podpůrné odbory jako je centrální logistika, centrální kvalita, vývoj senzorů, správa strojů a budov, informační technologie, personální oddělení.

V první divizi je výroba zaměřena na menší elektronické komponenty, jako jsou klíče na dálkové ovládání, ovládací panely pro stahování oken, střešní a dveřní kontrolní systémy, vysílače, senzory a náhradní díly těchto výrobků. [16]



Obrázek 8 – Výrobky Focus factory 1 [16]

Ve druhé divizi se vyrábí hnací jednotky a jejich řídicí systém, řídicí jednotky převodovek, elektronika palubních desek. [16]



Obrázek 9 – Výrobky Focus factory 2 [16]

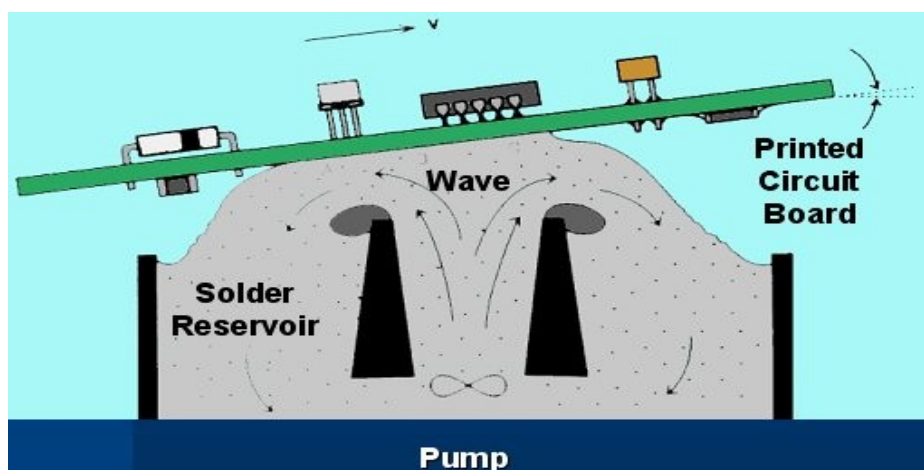
Ve třetí divizi se zabývají výrobou teplotních, hladinových a rychlostních senzorů. Součástí této divize je také vývojové oddělení, které inovuje stávající senzory a vytváří nové typy senzorů. [16]



Obrázek 10 – Výrobky Focus factory SN [16]

2.2 Úvod do problematiky pájení vlnou

Pájění vlnou je klasický způsob hromadného pájení v elektronice. Využívá se pro pájení desek plošných spojů, osazených součástkami s vývody v podobě drátů, planžet a kolíčků. Součástky se do DPS osazují všechny ze stejné strany a jsou zajištěny tvarem vývodů proti vypadnutí. Zařízení pro pájení vlnou je známé pod označením "cínová vlna". Název je odvozen od cín-olovnatých pájek, které se zde používají. [18]



Obrázek 11 – Princip zapájění desek plošných spojů cínovou vlnou [17]

Solder reservoir = Pájecí nádrž.

Wave = Vlna.

Printed circuit board = Desky plošných spojů.

Základní částí pájecího zařízení je dopravník. Desky pevně uložené v maskách vkládají operátorky do dopravníku na rám, stranou součástek nahoru. Ty pak putují mezi jednotlivými úseky stroje. Po celou dobu, co jsou masky a rámy v pracovním procesu se postupně opotřebovávají a znečišťují. Na prvním úseku tzv. fluxeru je na spodní stranu desek nanášeno tavidlo. Poté dopravník míří do oblasti předehřevu, kde se DPS i součástky zahřejí na přibližně stejnou teplotu, jakou má tekutá pájka. Nyní DPS projíždějí přes samotnou cínovou vlnu. Na dně nádrže cínové lázně je čerpadlo, které pohání proud roztaveného cínu přes systém clon a štěrbin. Na vrcholu vzniká vlna tekutého kovu s klidným povrchem, která vypadá jako voda tekoucí přes jez. Vrcholem vlny projíždí dopravník a DPS se zapájí. Seřízení dopravníku musí být provedeno tak, aby roztavený kov nenatekl na stranu součástek. Pásmo styku DPS a vlny má šířku cca jeden centimetr a je kolmé ke směru pohybu desek. Proud roztaveného cínu musí smočít všechny kovové

povrchy, ale musí s sebou odnést veškerou přebytečnou pájku. To se zajišťuje například zdvojeným tvarem vlny. Druhý, nižší vrchol má za úkol odtavit případné "krápníky" pájky. Po zapájení ve vlně pokračují DPS do zásobníku. [18]

Provoz pájecí vlny předznamenává postupné znečištění všech jejích částí a tedy i následnou údržbu. Některé části nejsou tak náchylné nebo nejsou v přímém kontaktu se znečišťujícími látkami, stačí je tedy zajistit například čtvrtletně nebo měsíčně. V opačném případě se úseky vlny a její komponenty více špiní a opotřebovávají v náročném prostředí. Věnuje se jim proto pozornost při týdenní údržbě.

2.3 Charakteristika současného provádění týdenní údržby pájecí vlny

Činnosti týdenní údržby vycházejí z předpisů společnosti Continental, které jsou pracovníkům vždy k dispozici ve formě plánu údržby. V něm jsou detailně popsány jednotlivé části zařízení, způsoby jejich údržby včetně pomůcek a prostředků na čištění a mazání komponent. Povinností pracovníků údržby je tyto činnosti dodržovat a popřípadě i poskytovat náměty na zlepšení procesu plynoucího z vlastní zkušenosti každodenní praxe.

Samotnou údržbu jednou za týden vykonávají konstantně dva pracovníci. Celkově se na údržbě vlny podílí několik pracovníků, jeden tam zůstává pravidelně, ostatní se mezi sebou postupně střídají. Každý z nich může vykonávat jen činnosti, na které byl zaškolen. Bohužel se pracovníci neshodují přesně na postupu práce a dělají si to po svém. Tím vzniká v pracovním procesu zmatek a časová různorodost.

V současné době trvá práce na čištění vlny oběma pracovníkům dohromady 8 hodin včetně přestávky na oběd. Při zadávání tématu této diplomové práce vznikl požadavek z firmy na zkrácení pracovního procesu. Vize je taková, že by bylo vhodné, kdyby práce na vlně WAV 009 trvala přibližně o 2 hodiny méně. Pracovníci začínají svoji směnu v 6 ráno, pokud by se čas údržby podařilo zkrátit, skončila by údržba ve 12 hodin, nepočítáme-li vzniklé potíže při poruše linky. Práce údržbářů je nekončící proces a oni by se tak mohli věnovat dalším povinnostem, zatímco by pájecí vlna byla nachystaná pro opětné uvedení do provozu.

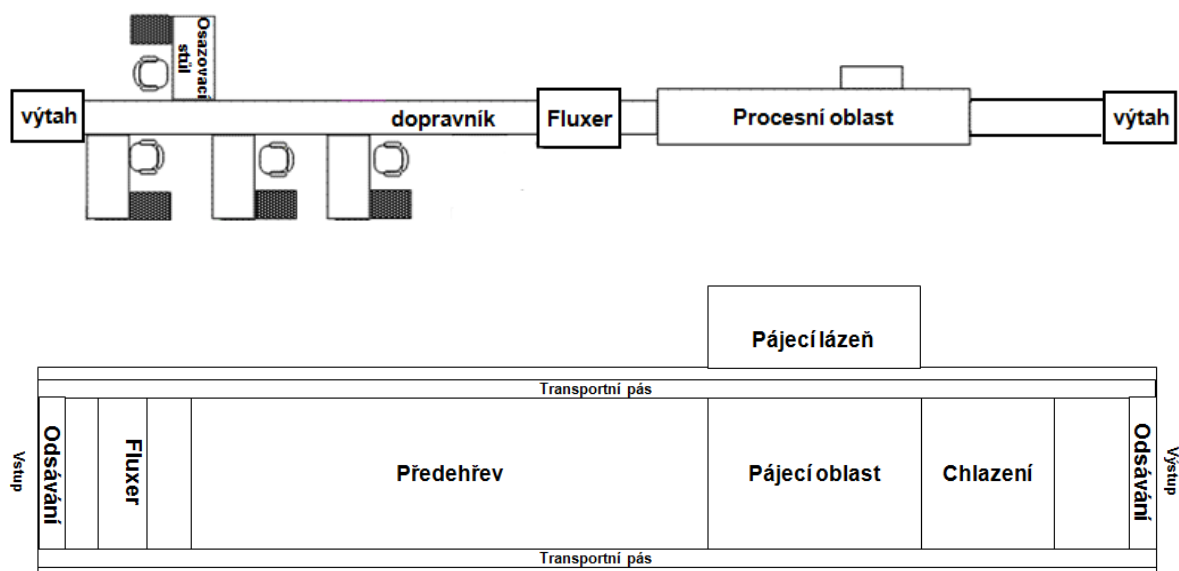
Aby se mohly analyzovat a optimalizovat činnosti údržby, bylo zapotřebí zjistit podrobnosti v daném procesu. K tomu posloužila metoda časové studie, snímek pracovního dne. Snímkem rozumíme nepřetržité pozorování a detailní zaznamenávání všech činností. Výhodou snímkování je získání podrobných a objektivních informací

o spotřebě času ve směně. Snímek je výchozím podkladem, který pomůže odhalit činnosti nepřidávající hodnotu a poukáže na slabá místa v pracovním procesu. Na údržbě pájecí vlny WAV 009 bylo pro přesnější údaje pozorování provedeno celkem třikrát. Z toho první měření se nezdařilo podle představ, protože jeden pracovník z jistých důvodů nastoupil do pracovního procesu pozdě, a tak jeho kolega musel dělat některé činnosti za něho. Z tohoto snímku vyberu pouze některé úseky. Další dvě měření se dají považovat za standardní a s nimi budu nadále pracovat.

2.3.1 Části vlny z hlediska údržby

Pájecí vlna má několik hlavních funkčních částí, ze kterých je potřeba odstranit nečistoty. Pracovníci mají částečně rozdělené činnosti. Jeden má vždy na starosti čištění fluxeru, druhý pravidelně udržuje pájecí lázeň. O procesní oblast, kde probíhá samotné zapájení DPS, se starají oba dva.

Procesní oblast je hlavní částí celého pájecího zařízení. Skládá se z částí předehřevu, pájení a chlazení. Zabere mnoho času na údržbu, protože se nejvíce zanáší tavidlem nezbytným pro zapájení součástek a zbytky cínu, které odpadávají z masek. Na vyčištění procesní oblasti se používá vysavač, škrabka, čistič na povrchy vln CF1, líh a průmyslové utěrky. Procesní oblast obsahuje také spoustu dílů (klapky, clony, trásně, odsávání, řetězové dopravníky), které se musí rozebrat a nechat vyčistit v myčce.



Obrázek 12 – Půdorys a rozložení cínové vlny [16]



Obrázek 13 – Procesní oblast před údržbou



Obrázek 14 – Procesní oblast připravená na ruční čištění

Pájecí lázeň je sice součástí procesní oblasti, ale pro snadnou dostupnost k vyčištění je opatřena mikroposuvem a vyjíždí se s ní ven. Z lázně je potřeba vyjmout a vyčistit díly od ztvrdlého cínu a odstranit z povrchu strusku. K tomu je zapotřebí náradí, ochranné rukavice, brýle a respirátor.



Obrázek 15 – Cínová lázeň v průběhu údržby

Fluxer je místo, které se zanáší tavidlem. Je potřeba ho rozebrat, díly jako filtry, trysky nechat vyčistit v myčce a vnitřek vyčistit zvlášť. K tomu je zapotřebí vysavač, škrabka, čistič CF1, líh a průmyslové utěrky.



Obrázek 16 – Fluxer v průběhu údržby

Dopravník, výtahy a spodní část vlny se čistí pomocí vysavače, který odstraní odpadlé zbytky nečistot. Na dopravník před procesní oblastí se používá čistič CF1. Masky a rámy putující pracovním procesem jsou znečišťovány od cínu a tavidla. Musí se také nechat umýt v myčce.



Obrázek 17 – Dopravník

2.3.2 Charakteristika jednotlivých fází vykonávání údržby

Nejlépe se údržba rozložená do celé směny dá rozdělit na čtyři části. Jedná se o fáze přípravy k údržbě, fáze demontáže pájecí vlny, fáze čištění, mazání a nakonec fáze kompletace vlny a její zapínání.

1. fáze - příprava na údržbu

Na začátku směny se pracovníci nejdřív domluví na postupu práce. Oba dva jdou do dílny vlnářů a začnou chystat nářadí, čistící a ochranné pomůcky na jezdící vozík. Ten odvezou k vlně WAW 009, vypnou ji a oddělají ochranné kryty. Další činností je otevření části s pájecí lázní. Pomocí mikroposuvu se s lázní vyjede ven mimo procesní oblast tak, aby byla dobře dostupná pro čištění. Vyjmou se cínové bloky ze zásobníku.

2. fáze – demontáž dílů pájecího zařízení a jejich čištění v myčce

V tento moment se pracovníci dostávají k úseku vlny, který mají na starosti. Pracovník 1 sbírá rámy a masky ze stojanů na připravené vozíky. Pracovník 2 vyndává a rozebírá části z cínové lázně – těsnící plech, dusíkový rám, odpadní plech, nahřívací trysku - odstraní z nich hrubé nečistoty a uloží na vozík kromě trysky delta. V průběhu těchto činností dojde k posbírání všech masek s rámy. Ty pak pracovníci dovezou do myčky, která má vlastní obsluhu a rozvrhnutí, v jaký čas se musí komponenty přivést. Po návratu k vlně pracovník 1 otevírá a demontuje fluxer, hlavně filtry, trysky a uloží je na vozík.



Obrázek 18 – Fluxer

Pracovník 2 v průběhu činností demontuje šroubky krycích desek vlny, ochranná skla a procesní oblast, kam patří krycí desky, odsávání, klapky, clony, chladicí plechy. Pak povolí kolíky, které upevňují dopravníky. S kolegou následně vyjme všechny tři řetězové dopravníky a vloží je do stojanu. Posbírané díly z fluxeru, procesní oblasti a lázně putují na očištění do myčky.

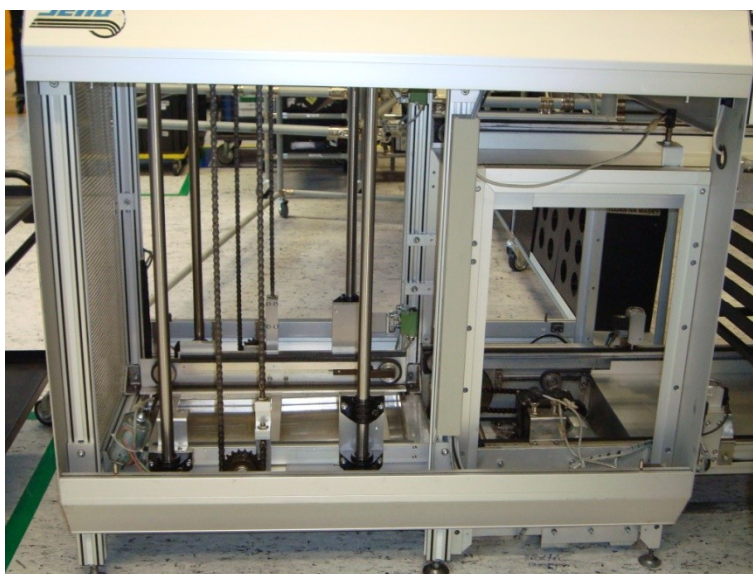


Obrázek 19 – Ochranná skla vlny ve stojanu

3. fáze – čištění vlny a mazání

Pracovník 2 čistí trysku nazývanou delta škrabkou a kartáčem, uklidí stůl od nečistot a zbytků cínu. Omete okolí lázně a vyčistí samotnou lázeň odstraněním strusky speciální

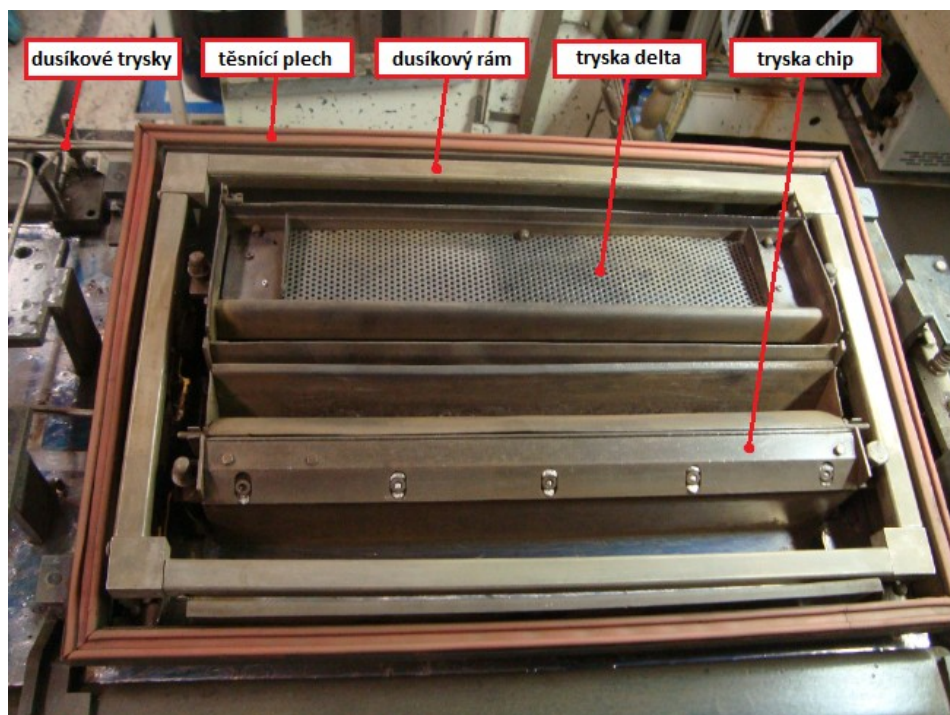
naběračkou a od ztvrdlých nánosů cínu. Další etapou čištění jsou řetězové dopravníky. Pracovníci posbírají čisticí prostředky a transportují je i s dopravníky do čisticí místnosti, kde stráví pracovník 2 dlouhou dobu samotným čištěním. Čisté dopravníky nechá uschnout, doplní na ně gumové kroužky a namaže je. Pracovník 1 má na starosti čištění fluxeru. Nejdříve nechá odmočit trysky v lihu, pak čistí fluxer škrabkou, vysává nečistoty, pokračuje čištěním s průmyslovým čističem CF1 a dočistí vnitřek lihem. Činnosti, které následují, jsou stejného charakteru. Pracovník 2 nejdříve oškrábe všechny části procesní oblasti, pak nečistoty vysaje, vyčistí plochy prostředkem a dočistí lihem. Vysávání následuje také v oblasti výtahů, na dopravníku, pod procesní oblastí a fluxerem.



Obrázek 20 – Výtah během údržby

4. fáze - kompletace vlny

V poslední fázi dochází k postupné kompletaci vlny. Pracovníci nejprve dovezou čisté díly pro fluxer a procesní oblast. Pracovník 2 složí tryčku delta, nanese na ní těsnící tmel a vloží ji do lázně. Pak smontuje těsnící plech s tryčkami a vloží ho s odpadními plechy do lázně. Nakonec to samé udělá i s dusíkovým rámem. Po dokončení po sobě uklidí pracovní stůl a nářadí. Montáž se provede i u fluxeru a procesní oblasti, kde se nejdříve namontují dopravníky. Po složení celé vlny je třeba ji znovu zprovoznit a otestovat. Patří sem kontrola správné polohy vložených dílů pomocí trajektorie rámu. Kontrola nástřiku tavidla na skleněnou desku a nastavení vzdálenosti od „zet“ plechů. Poslední činností je vizuální kontrola rámu a masek.



Obrázek 21 – Zkompletovaná pájecí lázeň

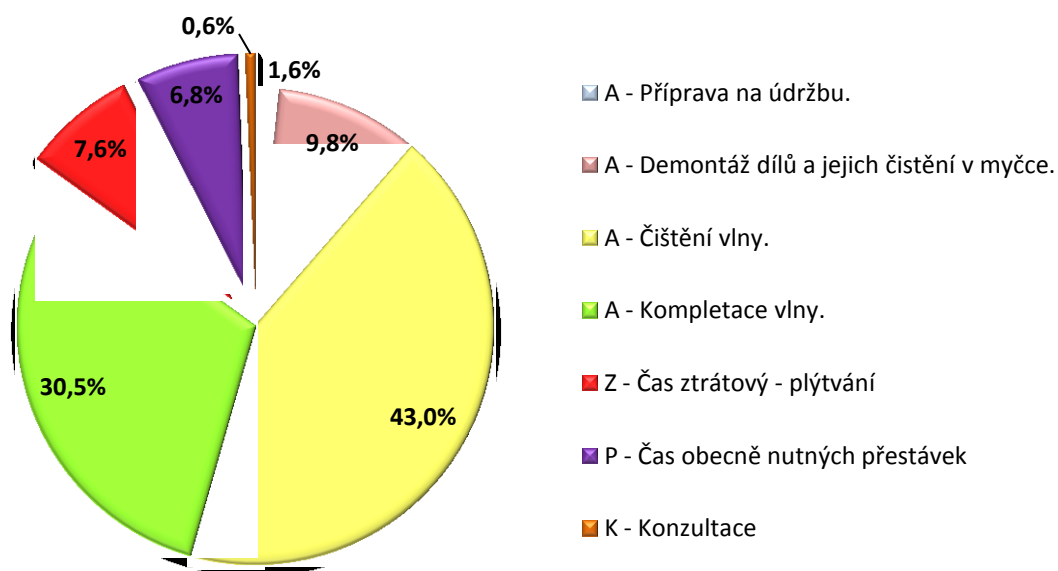
2.4 Rozbor činností pomocí snímku pracovního dne

Díky snímkům pracovního dne můžeme provést rozbor skutečné spotřeby času ve směně, který napomůže odhalit vzniklé problémy a bude výchozím podkladem pro další zpracování. Jelikož údržbu vykonávají dva pracovníci, zaznamenávala jsem si je pro přehlednost každého zvlášť. Zmíněné snímky jsou uvedeny v příloze A.

Vyhodnocení snímku pracovního dne - 1. 3. 2013:

Tabulka 1 – Balance skutečné spotřeby času

Balance skutečné spotřeby času			
Označení času	Symbol času	Minuty	% času
Čas práce -provádění údržby	A	835	85,15
Čas ztrátový - plýtvání	Z	75	5,49
Čas obecně nutných přestávek	P	67	7,83
Konzultace	K	6	1,53
Čas směny	T	983	100



Obrázek 22 – Graf rozvržení času práce ve směně pracovníků údržby

Barevné označení hlavních údržbových činností:

- Příprava na údržbu.
- Demontáž dílů a jejich čištění v myčce.
- Čištění vlny.
- Kompletace vlny.

Tyto činnosti jsem pro větší přehlednost separovala od ostatních a budu s nimi dále pracovat. Ve snímcích bylo obtížné se vyznat, protože pracovníci vykonávali práci v různém pořadí podle toho, jak to každému z nich vyhovovalo. Základní struktura postupu práce zůstává, ale v podrobném sestavení činností se nachází určité množství rozdílně vykonané práce vedoucí k jejímu neefektivnímu provádění. Snímky mi poslouží nadále jako podklad pro vytvoření komplexního souboru činností s průměrnou spotřebou času, který uvedu v části návrhů řešení.

- Ztrátový čas.

Červená barva označuje ztrátový čas. Plýtvání vzniká hlavně z hlediska nedostatečné přípravy na údržbu a špatné organizaci. Každý snímek pracovních dne, který jsem provedla, obsahuje různé druhy plýtvání s časem, které popíši v další kapitole.

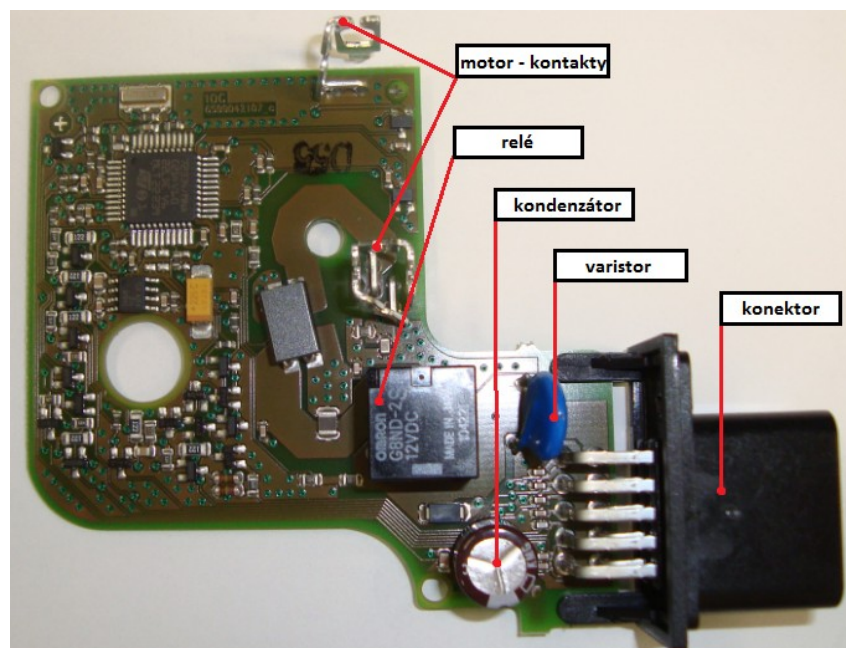
Odstranit časy neproduktivních činností je nutné, ale v celkovém součtu hodnot času směny není tento krok zásadní změnou. Na obrázku 22 pokrývá čas provádění údržby 85%. Tento čas poskytuje další možnosti pro zkrácení celkového času směny. Z grafu je vidět, že nejvíce času zabírá čištění vlny a její kompletace. Čištění a montáž u některých dílů je velmi zdlouhavé, a to dává podnět k tomu se pokusit tyto činnosti minimalizovat prostřednictvím metody SMED, kterou využiji v kapitole návrhů řešení.

2.5 Analýza současného stavu osazování a testování DPS

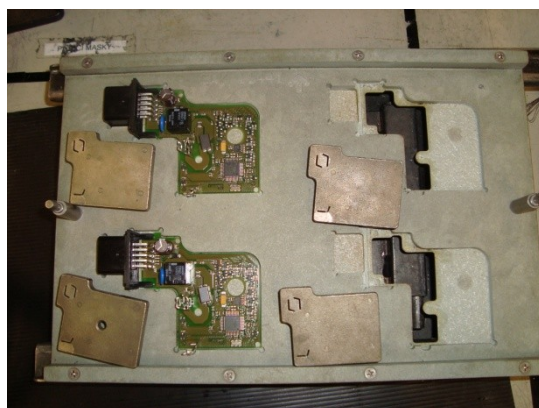
S výrobou na pájecí vlně WAV 009 je kromě týdenní údržby spjata výrobní činnost osazování desek plošných spojů, na kterou navazuje celkové testování výrobků. Tyto činnosti k sobě patří, ale vykonávají se odděleně. Jednotlivá pracoviště jsou na hale umístěna daleko od sebe a dosud nebyla provedena jejich optimalizace.

Pracoviště osazování DPS

U dopravníku vlny se nachází pracoviště operátorek, které osazují desky součástkami s drátovými vývody, metoda se nazývá THT (Through-hole technology). Operátorka vkládá DPS do masek, osadí je součástkami (motor kontakty, relé, kondenzátor, varistor, konektor) a položí vždy dvě připravené masky do rámu na dopravník linky. Dopravník masky unáší přes vlnu a díky okruhu se dvěma výtahy vrací DPS zpět k osazovacímu stolu. Operátorka hotové masky vymění za další, k dispozici má dohromady 8 masek. Na zapájených DPS se provádí kartáčování od perliček cínu a vizuální kontrola člověkem i strojem pro automatickou optickou kontrolu.



Obrázek 23 – Deska plošných spojů s osazenými součástkami



Obrázek 24 – DPS vložené v masce



Obrázek 25 - masky uložené v rámu

Pracoviště testování DPS

Osazené DPS se kontrolují ve finální buňce, která se skládá z ICT, final testu a optické brány. Operátorka nejprve odebere desky z bedny a vkládá je do tzv. ICT (In Circuit test). ICT v buňce jsou 2 přístroje pro vnitroobvodové testy obvodů a testy funkčnosti součástek na DPS. Následuje zalisování desky do plastové krabičky, nalepení kódu produktu a vložení do přístroje Final Test, který je určen pro konečné testování produktu. Hotový výrobek vloží operátorka přes optickou bránu do bedny.



Obrázek 26 – Přístroje ICT



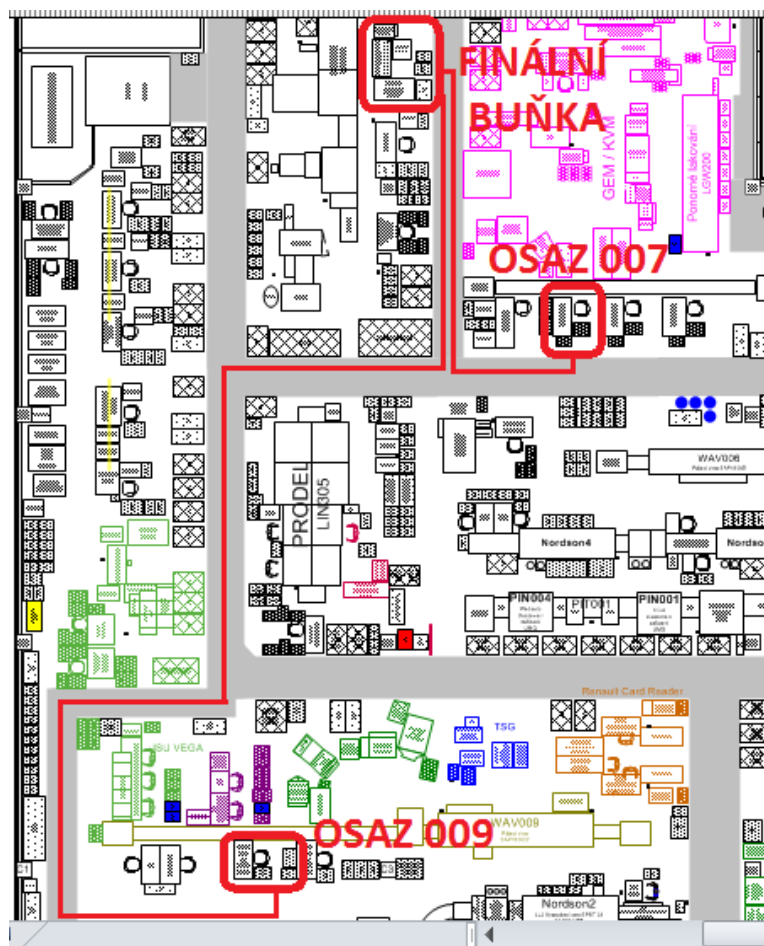
Obrázek 27 - Final Test

Produkt z popisovaného procesu výroby má funkci řídicí jednotky pro elektrické stahování střechy, střešních okýnek. Ve vozidle je umístěna přímo ve střechě. Řídicí jednotka se vyrábí pro zákazníky, jako jsou Ford a Jaguar, Land Rover.



Obrázek 28 – Umístění řídicí jednotky ve voze [16]

V současné době probíhá osazování DPS tohoto produktu na dvou pracovištích. Jedna operátorka pracuje na vlně WAV 009, druhá operátorka pracuje na vlně WAV 007. Odtud se musí osazené desky dopravit k finální buňce. Vznikají tak velké vzdálenosti pro přepravování beden, je zbytečně složité vozit materiál po celé hale.



Obrázek 29 – Pracoviště pro osazení a testování řídicí jednotky

Když je výroba těchto řídicích jednotek pravidelná, je výhodným řešením výrobní buňka, tedy spojení všech pracovišť výrobního procesu na jedno místo. Buňka nejen že zkrátí čas vynaložený na přepravu beden, a má i další výhody. Výhodami, návrhem nové buňky a její optimalizací se budu věnovat v další části diplomové práce.

3 Specifikace problémů při údržbě

Pozorování týdenní údržby pájecích zařízení poskytlo informace o podrobné skladbě potřebných a zbytečných činností. Nejvíce upoutává pozornost nepřítomnost pracovníků na pracovišti z důvodu nedostatečné přípravy všech potřebných pomůcek. Na každém provedeném snímku pracovního dne se objevily chybějící věci na pracovišti.

Druhy plýtvání vzniklé a zaznamenané při snímkování:

- Hledání a chůze pro:

- rukavice, klíč, šroubovák, respirátor, tmel, kladívko, čističe, vozík, vysavač, gumové kroužky, náhradní díl, posuvné měřítko, vodováhu, nové panty, dusíkový rám, náhradní přípevňovací kolík dopravníků.

Ať už je to jakákoli věc, je potřeba docílit toho, aby si ji pracovníci nezapomněli nachystat a ušetřili tím čas.

- Nepřítomnost na pracovišti z důvodů:

- Provádění práce na jiných pracovištích.

Zpravidla několikrát pracovník odešel řešit problém u dalších pájecích vln. Zdůvodnil to tak, že není nikdo jiný, kdo by to provedl. Vyřešení tohoto problému by nenarušovalo plynulý chod údržby.

- Tisk údržbového plánu.

Když se pracovník rozhodl, že si plán půjde vytisknout, trvalo mu to necelou půlhodinu. Zaopatření potřebného dokumentu může provést den předem, aby ho měl už na údržbu nachystaný.

- Kontrola zásoby přípravků CF1.

Překontrolování zásob čističe ve skříně může pracovník provést s časovým předstihem, aby v případě chybějícího množství nedocházelo k dalším prodávám.

- Jiné druhy plýtvání:

- Vyřizování soukromých záležitostí.

- Nesjednocený postup práce.

Pracovníci jednají dle stávající situace a vykonávají činnosti v různém pořadí. Přesně nastavený postup práce s určenou dobou trvání může pomoci údržbu urychlit.

→ Za nestíhajícího pracovníka provádí činnosti jeho kolega.

Z důvodu dlouhého trvání předešlé činnosti pracovník nestíhá plnit práci jemu určenou.

→ Čekání na výtah

Když jedou pracovníci s vozíky do myčky, musí sjet výtahem o poschodí níže.

Bohužel musí často čekat, protože je výtah využíván dalšími zaměstnanci, kteří si z něho dělají odkládací plochu.

Dalším problémem je, že údržba má trvat do 14:00 hod. Ale ani jednou se tak nestalo. Pokaždé byla tato doba překročena, což ještě zhoršuje situaci. Údržbu prodlužuje i zdlouhavě prováděné čištění dílů, jako jsou třeba řetězové dopravníky, které pracovník čistí více než 2 hodiny. V další části diplomové práce se pokusím vyřešit vzniklé problémy odstraněním plýtvání a zavedením metody rychlých změn.

4 Návrhy řešení

V této kapitole diplomové práce se budu zabývat zaváděním metody SMED na činnosti údržby. Budu postupovat podle teoretických znalostí a pokusím se splnit principy, na kterých je metoda rychlých změn založena, aby byl výsledek co nejlepší. V návrhu se budu věnovat zkracování času údržby, abych dosáhla změn vedoucím k cíli. Tím cílem je zkrátit čas strávený údržbou pájecí vlny o dvě hodiny oproti původnímu stavu. K tomu bude také zapotřebí odstranit plýtvání, zavést lepší organizaci práce pro plynulý a ničím nerušený pracovní proces. Vytvořím standardizovaný postup práce ve formě jízdního řádu, který bude pracovníkům pomáhat při plnění údržbových činností a jímž se budou muset řídit.

Druhým úkolem bude návrh pracovní buňky skládající se z činností osazování a konečného testování výrobku. Optimalizace buňky bude probíhat prostřednictvím souboru rozčleněných činností a jejich naměřených časů. Postupovat budu tak, že si vypočítám zákaznický takt a podle něho provedu rozbalancování operátorů. Podle toho zjistím, kolik operátorek bude v buňce potřeba a rozdělím mezi ně všechny činnosti tak, aby byl proces plynulý a vyvážený.

4.1 Implementace metody SMED na údržbu pájecí vlny WAV 009

V předešlé kapitole jsem popsala údržbu v jejich jednotlivých krocích. Ve snímcích jsem vyčlenila jen ty činnosti, které jsou k vykonání údržby nutné. Nyní je mým úkolem nejdříve určit, které činnosti musí být nutně vykonávané interně a které lze provádět jako externí.

4.1.1 Separace interních a externích činností

Ze snímkování jsem zjistila, že údržbový proces zahrnuje většinu činností, které nelze provádět za běhu stroje. Části uvnitř zařízení se musí rozebrat, tento typ práce tudíž nedovoluje pracovat, když je linka zapnutá. Jediná činnosti, která se provádí při zapnutém zařízení je kontrola tvaru a funkce masek. Ty lze tedy zařadit mezi externí.

Tabulka 2 – Separace externích činností od interních

EXTERNÍ ČINNOSTI PROVÁDĚNÉ PŘI ZAHŘÍVÁNÍ VLNY	Doba trvání [min]
Kontrola masek	20

4.1.2 Přeměna interních činností na externí činnosti

Ostatní údržbová práce vykonávaná před zprovozněním pájecí vlny představuje soubor interních činností. Dalším krokem je tento soubor analyzovat a najít další činnosti, které by se mohly provádět buď také po fázi spuštění vlny, nebo i poté během pracovního procesu pájení. Návrhy konverze vhodných interních činností na externí jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3 – Převezení interních činností na externí

PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ	Doba trvání [min]
Nachystání nářadí a čističů – odvoz k lince	6
Úklid nářadí do skladu vlnařů	3
Úklid pracovního stolu - cínový odpad	15
Čištění krytů výtahu a procesní oblasti - CF1	9
Vysávání dopravníku před fluxerem - horní i spodní	13
Vysávání výtahů	13
Chůze pro rámy a masky	20
Kontrola ráků – dílna vlnařů	28
$\Sigma =$	107

Pracovníci údržby si mohou chystat pomůcky a nářadí v předešlém čase, aby se nemuseli tímto úkonem na začátku směny zdržovat. Úklid pracovního stolu od nečistot prováděl pracovník v průběhu údržby několikrát. Vhodnější bude, když nejprve dokončí podstatné věci a uklidit nečistoty a nářadí může až po spuštění stroje. Čištění krytů vlny a čištění dopravníku před fluxerem je práce, která se může bezpečně vykonávat za jejího chodu. Vysávání výtahů doporučuji provádět při zahřívání vlny, kdy výtahy ještě stojí. Rámy a masky mohou pracovníci vyzvednout v myčce až po spuštění vlny. Kontrola stavu ráků se může provádět jako poslední činnost.

Návrh pořízení kopie řetězových dopravníků

Složitost pájecí vlny vyžaduje důkladné vyčištění vnitřních funkčních částí, které se bohužel musí provádět při vypnutí stroje. Proto je převedených externích činností z interních jen malý počet. Přesto existuje ještě další způsob jak interní činnosti redukovat. V analýze současného stavu jsem pomocí snímkování zjistila, že nejvíce času stráví pracovníci čištěním vlny. Konkrétně jsem se zaměřila na údržbu řetězových dopravníků pracujících v procesní oblasti. Pracovník stráví jejich čištěním více než 2 hodiny a pracuje dle svého tempa a momentálního rozpoložení. Jednotlivé hodnoty naměřených časů se pak velmi liší, rozdíl nejnižší a nejvyšší hodnoty je 1 hodina. Pořízením nové sady dopravníků se čas údržby významně zkrátí. Prakticky to bude probíhat tak, že znečištěné dopravníky se vyjmu a po vyčištění ploch procesní oblasti se nahradí čistými dopravníky. Špinavé dopravníky se v externím čase vyčistí a uloží se do čistící místnosti.

Tabulka 4 - Převedení interních činností čištění dopravníků na externí činnost

ČIŠTĚNÍ DOPRAVNÍKŮ	Doba trvání [min]
Čištění dopravníků – kartáček, čistící prostředek CF1	113
Mazání dopravníků, doplnění kroužků – transport k lince	15
$\Sigma =$	128

Pokud by pořízení dopravníků bylo finančně náročné, je další variantou řešení nechat dopravníky vyčistit třetí osobou, dalším údržbářem, který by také svým přičiněním pomohl čas údržby zkrátit. Pracovník, který měl dopravníky na starost původně, může místo toho ulehčit kolegovi s čištěním procesní oblasti.



Obrázek 30 – Řetězové dopravníky

4.1.3 Zlepšování a redukce interních a externích časů

Návrh pořízení vozíku na nářadí

Hlavně ze začátku směny se stávalo, že pracovníci hledali na hale vozík, aby si na něj mohli uložit nářadí a čističe. Po údržbě pak zase museli vozík vyprázdnit, protože je společně využíván i dalšími zaměstnanci v jiné směně. Nový vozík bude k dispozici pouze pro pracovníky údržby. Naložené věci zůstanou po údržbě uložené na vozíku a bude tak i jednodušší příprava na další použití. Vozík bude umístěn v dílně vlnařů a naložen věcmi, jako je nářadí, čističe, krabice s gumovými rukavicemi, tmel, posuvné měřítko a vodováha.



Obrázek 31 – Vozík na nářadí se šuplíkem [19]

Důkladná příprava pomůcek

Odstranění neproduktivních činností je jasným krokem pro vylepšení a zkrácení časů směny. Druhy plýtvání vznikající při údržbě jsem popsala v předešlé kapitole. Jde o to, že se pracovníci při vykonávání práce zbytečně rozptylují tím, že musí několikrát pro něco odcházet. Eliminací těchto činností dosáhneme redukce času a plynulejšího pracovního procesu.

Tabulka 5 – Odstranění plýtvání

ZBYTEČNÉ ČINNOSTI – PLÝTVÁNÍ	Doba trvání [min]
Nepřítomnost na pracovišti – chůze, hledání, jiná práce,..	75

Při údržbě dopravníků se odstraňují staré gumové kroužky a nahrazují se novými. Zásoba kroužků by se měla pravidelně kontrolovat, aby se pro ně nemuselo docházet z čistící místnosti až na halu. To samé platí o zásobě čističů v údržbářské skříni, které by se měly kontrolovat ještě před samotnou údržbou.

Eliminace práce na jiných pracovištích

Pracovníci odcházejí z pracoviště a zaskakují za kolegy vykonávat práci na jiných vlnách a zařízeních. Odstraněním tohoto problému skrze lepší organizaci práce nebude docházet ke zbytečnému přerušování práce na vlně WAV 009.

Zajištění průchodnosti výtahu

Pokaždé když jedou pracovníci s plnými vozíky věcí do myčky, musí se dopravit výtahem o patro níže. Na výtah musí čekat, protože je většinou plný palet, které tam navezli ostatní zaměstnanci využívající tento prostor jako odkládací při třídění materiálu. Řešením situace může být vytvoření rozvrhu pro pracovníky s vysoko zdvižnými vozíky, který jim bude určovat, kdy musí zanechat výtah prázdný. Pracovníci údržby se již nebudou muset tímto zdržovat.

Sbírání masek a rámců operátorkami vlny

Pracovní proces osazování a pájení na vlně WAV 009 končí v 5:50 hodin. Operátorky mají konec směny v 6 hodin, během těch 10 minut mohou začít sbírat rámy a masky. Pracovník údržby pak naváže v načaté činnosti a pomůže mu to zkrátit dobu, kterou by na tom strávil za normálních okolností.

Návrh nového nářadí na odstraňování strusky z lázně

Pracovník při odstraňování strusky používá nářadí pro shrnutí strusky na povrchu a poté jej nabírá speciální naběračkou. Nářadí na shrnutí strusky je poměrně úzké, a tak musí pracovník mnohokrát akci opakovat, než dosáhne dostatečně čisté hladiny. Zrychlit tuto činnost by mohl nástroj se širší funkční částí.



Obrázek 32 – Nástroj na odstranění strusky a naznačení šířky nového nástroje

Jízdní řád

Jízdní řád je standardizovaným postupem práce, který jsem vytvořila pro oba pracovníky zvlášť. Na každou činnost jsem stanovila časové omezení, kterým by se měli pracovníci řídit. Tím dosáhneme toho, že se nebudou jednou věcí zabývat zbytečně dlouho podle toho, jak jim to zrovna vyhovuje, jak bylo možno vypořádat ze snímkování. Odstraní se tím také zpřeházený sled činností.

Podle nových jízdních řádů uvedených v příloze B bude údržba vykonaná za 5 hodin a 30 minut. Po přičtení přestávky na oběd bude pracovní proces trvat 6 hodin. To znamená, že celkem dojde k úspoře 2 hodin času, protože původně práce trvala 8 hodin.

Velmi důležitý je potom trénink údržby při důsledném dodržování jízdního řádu. S každým opakováním bude průběh rychlejší. Součástí jízdních řádů je také návrh pořízení nových dopravníků, kdy se špinavé dopravníky nebudou muset ihned čistit. Ale pouze se vymění za čisté a jejich údržba proběhne až za chodu zařízení. Pomocí jízdního řádu dosáhneme lepší organizace práce, plynulejšího pracovního procesu, eliminujeme plýtvání a celkově údržbu zrychlíme.

4.2 Návrh buňky a její optimalizace

Pro návrh výrobní buňky je stěžejní vědět, jaké množství výrobků zákazník požaduje za stanovené časové období. V případě výrobku pro řízení střešních oken je týdenní požadavek zákazníka 10 000 kusů. Zákaznický takt určuje tempo, jakým zákazník odebírá zboží. Výpočtem zákaznického taktu zjistíme, kolik času bude potřeba na výrobu jednoho kusu. Linka funguje celý týden v nepřetržitém provozu, kdy jedna směna trvá po odečtení přestávek 11 hodin.

$$\text{zákaznický takt} = \frac{\text{disponibilní pracovní čas za týden}}{\text{požadavek zákazníka za týden}}$$

$$\text{zákaznický takt} = \frac{11 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 60 \cdot 60}{10\,000} = 55,4 \text{ s/ks}$$

Vzhledem k tomu, že na zařízení probíhají odstávky z důvodu poruch, není tak možné plně využívat kapacitu stroje. Míru využití stroje vyjadřuje ukazatel celkové efektivnosti zařízení (Overall equipment effectiveness). Na pájecí vlně byla stanovena hodnota OEE 80%. Vypočítala jsem ještě jednou zákaznický takt, který hodnotu tohoto ukazatele zohlední.

$$\text{zákaznický takt s ohledem na OEE} = \frac{55,4 \cdot 0,80}{1} = 44,4 \text{ s/ks}$$

Nyní je zřejmé, že abychom splnili požadavek zákazníka, musíme vyrobit každých 44,4 sekundy 1 kus. Na pracovištích osazování a ve finální buňce jsem natočila videozáznam operací, ze kterých jsem vytvořila chronometráž a vypočítala průměrné časy jednotlivých činností.

Tabulka 6 – Přímé měření činností ve finální buňce

Rozčlenění činností - Finální buňka:	doba trvání [s]
vložení DPS do ICT	6
vložení krabičky do lisu	5
nalisování DPS do krabičky + lepení kódu	8
výměna DPS v FT + uložení optická brána	8
$\Sigma =$	27

Tabulka 7 – Přímé měření činností na pracovišti osazování

Rozčlenění činností operátora WAV 009:	doba trvání [s]
Výměna hotových masek s osazenými	12
Vyjmutí víka masky a "chladiče"	8
Kartáčování + vizuální kontrola	44
lisování konektoru	32
orazítkování	6
osazení - kondenzátor	8
osazení - varistor	8
osazení - relé	8
osazení - motor kontakty	40
nasazení "chladiče" a nasazení víka masky	12
$\Sigma =$	178

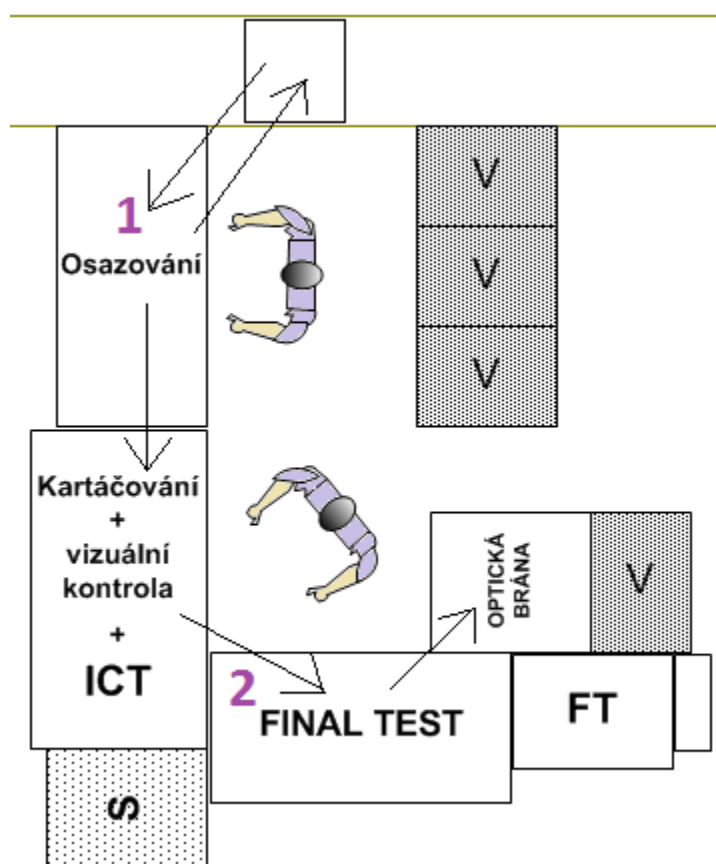
Při měření se součástky osazovaly po 4 kusech do masky, tyto naměřené časy se musí ještě vydělit, abychom dostali dobu trvání na 1 kus. Počet operátorů vypočítáme jako součet manuálních časů činností (viz. Tabulka 8) podělených upraveným zákaznickým taktem.

$$\text{Počet operátorů} = \frac{71,5}{44,4} = 1,6 \approx 2 \text{ operátoři}$$

Do buňky bude tedy potřeba dát dva operátory. Hodnoty manuálních časů jsem poté mezi ně rozdělila tak, aby mezi nimi byl co nejmenší rozdíl a oni se navzájem nezdržovali. Ideální stav by nastal, kdyby měli operátoři stejný časový limit na odpracování svých operací. To bohužel v tomto případě není možné, a tak první operátor bude mít 3,5 sekundy náskok, což se jeví jako přijatelná odchylka.

Tabulka 8 – Rozdělení činností pro jednotlivé operátory

operátor	činnost	přímé měření	čas na 1 ks	čas činností operátora
1.	lisování konektoru	32	8	33,5s
	osazení - kondenzátor	8	2	
	osazení - varistor	8	2	
	osazení - relé	8	2	
	osazení - motor kontakty	40	10	
	nasazení "chladiče" a víka masky	12	3	
	Výměna hotových masek s osazenými	12	3	
	Vyjmutí víka masky a "chladiče"	8	2	
	orazítkování	6	1,5	
2.	Kartáčování + vizuální kontrola	44	11	37s
	vložení DPS do ICT	5	5	
	vložení krabičky do lisu	5	5	
	nalisování DPS do krabičky + lepení kódu	8	8	
	výměna DPS v FT + uložení optická brána	8	8	
			$\Sigma = 71,5s$	



Obrázek 33 – Návrh layoutu výrobní buňky

Na obrázku č. 33 je vytvořena nová dispozice výrobní buňky. Je zde naznačen tok výrobku, kdy osazováním se operace začíná a zabalením přes optickou bránu končí. Optimalizací došlo k úbytku jednoho pracovníka, čímž se uspoří náklady na něho vynaložené. Původně tři pracoviště musely přechovávat zbytečné zásoby materiálu. Nyní jsou zásoby kumulované na jednom místě v množství menším o $\frac{2}{3}$ původního stavu. Dále došlo k odstranění převážení beden rozpracované výroby od pracoviště osazování k pracovišti finální buňky a k úspoře výrobní plochy na jednom z pracovišť osazování o velikosti 4 m². Díky tomu, že je vše na jednom místě, získává celý proces na přehlednosti.

5 Celkové zhodnocení přínosu práce

5.1 Zhodnocení výsledků metody SMED

Výpočet úspory

Pomocí metody SMED došlo k redukci údržbového času z původních 8 hodin na cca 6 hodin. K vykonání interních činností bude potřeba podle nových jízdních řádů 4 hodiny a 6 minut, po uplynutí této doby bude zařízení nastartované a plně připravené k provozu. Po odečtení přestávky 30 minut činí úspora času 3,5 hodiny. Na cínové vlně trvá vyrobít jeden výrobek řídící jednotky stahování okýnek 30s/ks, z čehož vyplývá, že za hodinu se vyrobí 120 kusů. Tento výrobek se prodává s marží 350Kč/ks. Výpočet úspory bude následující:

$$\text{Úspora za hodinu} = 120 \times 350 = \mathbf{42\ 000\ Kč}$$

$$\text{Úspora za den} = 3,5 \times 42\ 000 = \mathbf{147\ 000\ Kč}$$

Jelikož se údržba provádí jednou za týden, bude měsíční úspora činit 637 000 Kč. Ve výsledku společnost ušetří 7 644 000 Kč za rok, a tento výsledek tak podtrhuje důležitost metody rychlých změn.

Náklady na realizaci projektu

V návrhu řešení jsem uvedla alternativy pro zrychlení a zlepšení údržbového procesu prostřednictvím pořízení nového vybavení. Náklady potřebné k uskutečnění projektu jsou uvedeny v tabulce 9. Uvedené hodnoty dopravníků a nářadí jsem čerpala z interního zdroje.

Tabulka 9 – Náklady na projekt

položka	Cena [Kč]
<ul style="list-style-type: none"> dopravníky vozík na nářadí nářadí na odstranění strusky 	<p>500 000</p> <p>3 450</p> <p>150</p>
náklady celkem	503 600

Doba návratnosti investice

Z uvedených hodnot vyplývá i doba návratnosti investice, kdy je jasné vidět, že se nám vložené peníze vrátí za necelý měsíc. Výpočet se stává z celkových nákladů podělených měsíční úsporou.

$$\text{doba návratnosti investice} = \frac{503\,600}{637\,000} = 0,8 \text{ měsíce} \approx 24 \text{ dní}$$

5.2 Zhodnocení výsledků optimalizace pracoviště

Přínosy navržené výrobní buňky:

- Eliminace jednoho pracovníka.
- Odstranění přebytečných zásob.
- Odstranění převážení rozpracované výroby.
- Úspora výrobní plochy 4 m².
- Větší přehlednost → vše na jednom místě.

Výpočet úspory

Náklady na jednoho operátora činí celkem 216 Kč za hodinu. Původně pracovali na výrobě řídicích jednotek tři operátoři. Skrze optimalizaci pracoviště jsem zjistila, že bude potřeba mít v buňkové výrobě operátory dva. Nejdříve vypočteme úsporu času na 1 kus. Původní norma času na výrobu je dle podnikového informačního systému 90 s/ks. [16]

Tabulka 10 – Výpočet úspory času

		Spotřeba času na výrobu	Úspora času
Původní norma	90 s/ks	3 x 90 = 270 s/ks	$\Delta = 270 - 143 = 127 \text{ s/ks}$ $= 0,0352 \text{ h/ks}$
Původní počet operátorů	3		
Nová norma	71,5 s/ks	2 x 71,5 = 143 s/ks	
Nový počet operátorů	2		

Finanční úspora na kus = $0,0352 \times 216 = \mathbf{7,62 \text{ Kč/ks}}$

Celková úspora za týden = $7,62 \times 10\,000 \text{ ks} = \mathbf{76\,200 \text{ Kč}}$

Úspora za rok = $76\,200 \text{ Kč} \times 52 \text{ týdnů} = \mathbf{3\,962\,400 \text{ Kč}}$

Eliminace jednoho operátora společně s nově navrženou normou času na kus přináší velkou finanční úsporu a je významným prvkem celé optimalizace.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo implementovat metodu SMED na činnost týdenní údržby pájecí vlny WAV 009 ve společnosti Continental ve Frenštátě pod Radhoštěm a zajistit tak zkrácení doby pracovního procesu. A dále optimalizovat výrobu řídicích jednotek pro stahování střešních okýnek automobilů v rámci pracovišť osazování a finální kontroly výrobků.

V teoretické části jsem pro úvod charakterizovala štíhlou výrobu jako takovou, od níž se dále odvíjí metody a pojmy, které jsou stavebním kamenem pro vznik praktické části. Hlavně jsem se věnovala metodě rychlých změn, kde je vysvětlen hlavní princip, jednotlivé kroky při zavádění. Dále zásady, kterými bychom se měli řídit a přínosy a omezení, která se mohou naskytnout. Metoda SMED je všeobecně využívána na výrobní činnosti seřizování strojů. Celá teorie je orientovaná na zlepšení při přetypování různými kroky. Ty všechny sice nejdou využít na nevýrobní činnost, i tak je, ale princip zachován a přináší významnou úsporu času. Ohledně tvorby nového pracoviště jsem zmínila důležitá pravidla štíhlého pracovního místa, zásady tvorby layoutu, přínosy jednokusového toku a postup návrhu výrobní buňky.

V analytické části práce jsem nejdříve představila společnost Continental, její postavení a činnost globálně i u nás. A uvedla jsem základní informace o sídle společnosti ve Frenštátě pod Radhoštěm, kde jsem zpracovávala tuto diplomovou práci. Dále jsem získávala informace o výrobě, kdy jsem nejprve charakterizovala proces pájení vlnou. A poté jsem popsala současný stav provádění údržby, kterou vykonávají vždy dva pracovníci po dobu 8 hodin, z čehož vzešel požadavek z firmy tento čas zkrátit. Pokračovala jsem popisem jednotlivých částí zařízení z pohledu obtížnosti na údržbu. Celý proces jsem rozdělila na čtyři základní fáze, to je příprava na údržbu, demontáž dílů, čištění vlny a nakonec její kompletace. Na základě provedeného snímkování jsem zjistila, že nejvíce času se spotřebuje ve fázi čištění zařízení a mohla jsem definovat různé formy plýtvání a problémy které zde vznikaly.

Část návrhů řešení obsahuje zavedení metody SMED. Prvním krokem je separace činností. Kdy existuje jen jedna externí činnost, zbytek jsou činnosti interní vykonávané při vypnutém zařízení. Druhým krokem bylo nalézt mezi interními činnostmi takové, které by se daly vykonávat externě. Zde jsem již našla již více pracovních aktivit, které je možné vykonávat při zapnutém stroji. Podle vybraného snímku tím ušetříme 107 minut z kapacity

stroje. Důležitým návrhem jsou nové dopravníky, které pomůžou urychlit opětné zprovoznění zařízení dle snímku o cca 2 hodiny. Poslední krok metody rychlých změn se zabývá zlepšováním interních a externích činností. Hlavním výstupem jsou jízdní řády, které představují standardizovaný postup práce. Podle řádů bude trvat údržba 5 hodin a 30 minut, celkově s přestávkou 6 hodin. Údržba se tímto zkrátí o 2 hodiny. Díky aplikované metodě SMED bude zařízení připraveno na výrobu za 4 hodiny a 6 minut. Jedna ušetřená hodina údržby nám uspoří 42 000 Kč, za jeden den dojde k úspoře 147 000 Kč.

V rámci optimalizace pracoviště jsem nejdříve provedla analýzu a měření operací osazování a finální kontroly. Podle vypočítaného zákaznického taktu jsem určila, že v buňce bude potřeba 2 operátorů. S ohledem na to jsem vytvořila nový layout pracoviště. Hlavní přínosy spatřuji v odstranění přebytečných zásob, odstranění převážení rozpracované výroby a eliminaci jednoho pracovníka, díky čemuž bude úspora 76 200 Kč za týden.

Závěrem bych dodala, že zpracování diplomové práce ve společnosti Continental bylo pro mě velkým přínosem z hlediska získání nových zkušeností a poznatků z oblasti průmyslového inženýrství.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK. *Podnik světové třídy: Geneze produktivity a kvality*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. ISBN 80-902235-1-6.
- [3] VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN. *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1998. ISBN 80-902235-2-4.
- [4] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [5] KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. *Ako zvyšovať produktivitu firmy*. Žilina: inFORM vydavateľstvo s.r.o., 2001. ISBN 80-968583-1-9.
- [6] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [7] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [8] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
- [9] OEE. *Vinn* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://www.vinn.cz/tema_OEE.html
- [10] Ukazatel OEE. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o* [online]. 2005 - 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oe/>
- [11] One-piece Flow. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. 2005-2012 [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>
- [12] Optimalizace výrobních buněk. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. 2005-2012 [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70728.optimalizace-vyrobnich-bunek/>
- [13] Takt time. In: *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o* [online]. 2005 - 2012 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68412.takt-time/>
- [14] SMED. *Svět produktivity* [online]. 2012 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- [15] *Continental pneumatiky* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://www.conti-online.cz/www/pneumatiky_cz_cz/
- [16] *Interní zdroj*

- [17] Soldering. *Infohost* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: infohost.nmt.edu/~sprice/soldering.ppt
- [18] Pájení vlnou. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1jen%C3%AD_vlnou
- [19] Dílenský vozík na nářadí. In: *Technology - Garage* [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.technology-garage.cz/dilensky-vozik-na-naradi-omcn-109cs>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Prvky štíhlé výroby	10
Obrázek 2 – Základní prvky TPM	11
Obrázek 3 – Charakteristika CEZ	12
Obrázek 4 – Definice pojmu seřízení	15
Obrázek 5 – Postup rychlých změn	16
Obrázek 6 – Obchodní značka a logo společnosti	20
Obrázek 7 – Zákazníci společnosti Continental	21
Obrázek 8 – Výrobky Focus faktory 1	22
Obrázek 9 – Výrobky Focus faktory 2	22
Obrázek 10 – Výrobky Focus faktory SN	22
Obrázek 11 – Princip zapájení desek plošných spojů cínovou vlnou	23
Obrázek 12 – Půdorys a rozložení cínové vlny	25
Obrázek 13 – Procesní oblast před údržbou	26
Obrázek 14 – Procesní oblast připravená na ruční čištění	26
Obrázek 15 – Cínová lázeň v průběhu údržby	27
Obrázek 16 – Fluxer v průběhu údržby	27
Obrázek 17 – Dopravník	28
Obrázek 18 – Fluxer	29
Obrázek 19 – Ochranná skla vlny ve stojanu	29
Obrázek 20 – Výtah během údržby	30
Obrázek 21 – Zkompletovaná pájecí lázeň	31
Obrázek 22 – Graf rozvržení času práce ve směně pracovníků údržby	32
Obrázek 23 – Deska plošných spojů s osazenými součástkami	34
Obrázek 24 – DPS vložené v masce Obrázek 25 - masky uložené v rámu	34
Obrázek 26 – Přístroje ICT Obrázek 27 - Final test	35
Obrázek 28 – Umístění řídicí jednotky ve voze	35
Obrázek 29 – Pracoviště pro osazení a testování řídicí jednotky	36
Obrázek 30 – Řetězové dopravníky	41
Obrázek 31 – Vozík na nářadí se šuplíkem	42
Obrázek 32 – Nástroj na odstranění strusky a naznačení šířky nového nástroje	44
Obrázek 33 – Návrh layoutu výrobní buňky	47

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Bilance skutečné spotřeby času	31
Tabulka 2 – Separace externích činností od interních	40
Tabulka 3 – Převedení interních činností na externí.....	40
Tabulka 4 - Převedení interních činností čištění dopravníků na externí činnost	41
Tabulka 5 – Odstranění plýtvání.....	42
Tabulka 6 – Přímé měření činností ve finální buňce	45
Tabulka 7 – Přímé měření činností na pracovišti osazování	46
Tabulka 8 – Rozdělení činností pro jednotlivé operátory	47
Tabulka 9 – Náklady na projekt.....	50
Tabulka 10 – Výpočet úspory času.....	51

Seznam příloh

Příloha A - Jízdní řády činností pracovníků

Příloha B - Snímky pracovního dne údržby vlny WAV 009

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat paní Ing. Vladimíře Schindlerové za vedení, poskytování rad a připomínek při zpracování diplomové práce. Dále panu Ing. Jiřímu Maňasovi ze společnosti Continental za jeho ochotu, vstřícnost a čas, po který se mi věnoval v rámci konzultací a diplomové praxe.